

УДК 622.232.72:004.942

© А.В. Бубліков

**АЛГОРИТМ ФАЗИФІКАЦІЇ ВХІДНОЇ ВЕЛИЧИНИ СИСТЕМИ НЕЧІТКОГО АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВИДОБУВНИМ КОМБАЙНОМ НА ОСНОВІ ГІСТОГРАМ РОЗПОДІЛУ ЗНАЧЕНЬ**

© A. Bublikov

**THE ALGORITHM OF FUZZIFICATION OF THE INPUT VARIABLE OF FUZZY SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OF THE SHEARER BASED ON HISTOGRAM DISTRIBUTION VALUES**

**Мета.** Мета полягає у створенні інформативного критерію, що виявляє порушення закономірностей зміни високочастотної складової струму статора двигуна приводу різання видобувного комбайна на окремих інтервалах обертання виконавчого органу. А також, метою у статті є створення алгоритму фазифікації цього інформативного критерію на основі аналізу збігу кривих, що апроксимують гістограми розподілу значень вибірок струму статора, сформованих на різних інтервалах обертання виконавчого органу видобувного комбайна.

**Методика дослідження** полягає у встановленні статистичних характеристик струму статора двигуна приводу різання видобувного комбайна, що є чутливими до порушення закономірностей зміни високочастотної складової струму статора двигуна приводу різання, та в адаптуванні цих характеристик для використання у якості функцій належності термів.

**Результати дослідження.** Перехід від режиму нормального навантаження вугілля й породи виконавчим органом комбайна до режиму незначної заштибовки, або перехід від режиму незначної заштибовки до режиму значної заштибовки призводить до суттєвої зміни характеру розподілу значень відновленої за допомогою зворотного вейвлет-перетворення високочастотної складової фазного струму статору, заміряних на різних часових інтервалах періоду обертання виконавчого органу, що визначаються відновленою через зворотне вейвлет-перетворення середньо-частотною складовою струму статору двигуна приводу різання. Це дозволило у якості чіткого інформативного критерію використати ступінь розбіжності кривих, що апроксимують гістограми розподілу значень відновленої високочастотної складової фазного струму статору, заміряних на різних часових інтервалах періоду обертання виконавчого органу. Для оцінки розбіжності апроксимуючих гістограми кривих використаний один з базових статистичних критеріїв, що характеризує розбіжність даних у двох вибірках – нормалізована середня квадратична похибка.

**Наукова новизна** полягає у використанні для ідентифікації режимів транспортування й навантаження вугілля виконавчим органом видобувного комбайна результату аналізу ступеню порушення закономірностей зміни високочастотної складової струму статора двигуна приводу різання на окремих інтервалах обертання виконавчого органу. При цьому запропонований алгоритм фазифікації чіткого інформативного критерію, що є мірою порушення цих закономірностей.

**Практичне значення.** Результати досліджень будуть використані для створення системи нечіткого автоматичного керування видобувним комбайном.

**Ключові слова:** система нечіткого автоматичного керування, видобувний комбайн, ідентифікація режимів роботи.

**Вступ.** Основною ознакою сучасного покоління видобувних комбайнів є велика кількість елементів електронно-інформаційної компоненти (вимірювальні, електронно-обчислювальні засоби, засоби швидкісної обробки, перетворення та передачі інформації тощо) [1]. Але значний об'єм інформації про зміну у часі різних параметрів механізмів, що є доступним у режимі реального часу, лише частково використовується у процесах діагностики й керування гірничо-металургійними об'єктами та комплексами. Відсутність належних алгоритмів обробки та аналізу інформації, а також алгоритмів прийняття рішень на основі цього аналізу є причиною того, що керування видобувними комбайнами зводиться тільки до стабілізації фізичних величин на заданому рівні, який визначається оператором. Це призводить до того, що режими роботи видобувних комбайнів є неефективними через людський фактор.

У зв'язку з цим було запропоновано методологію створення інтелектуальних систем керування гірничими машинами, що полягає у визначенні внутрішніх подій у мехатронній системі, що є суттєвими для режиму її роботи, з подальшим дослідженням такої системи для визначення індикативної події у просторі параметрів, що безпосередньо спостерігаються, і обґрунтуванні алгоритму керування такими системами з залученням визначених індикативних подій [2]. Запропоновано методика відрізняється від наявних тим, що не потребує самонавчання для вибору раціонального режиму роботи системи.

**Формулювання мети статті (постановка завдання).** У статті поставлено за мету створити підхід щодо проведення одного з основних етапів алгоритму нечіткого виводу для системи нечіткого автоматичного керування видобувним комбайном на основі ідентифікації його режимів роботи – фазифікації вхідних чітких змінних системи. Для цього необхідно обґрунтувати інформативний критерій для ідентифікації режимів роботи видобувного комбайна, який приймається за вхідну чітку змінну системи, та запропонувати алгоритм його фазифікації.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Спираючись на результати досліджень статистичної динаміки гірничих машин у роботах [3,4] виділимо три характеристики режиму транспортування та навантаження зруйнованого матеріалу виконавчими органами комбайна та притаманні їм унікальні закономірності зміни інформативного сигналу, на основі яких можлива ідентифікація даного режиму:

- нормальний режим роботи, коли виконавчі органи справляються з транспортуванням та навантаженням вугілля й породи на забійний конвеєр (відсутня заштибовка виконавчого органу). Цей режим характеризується значною долею високочастотної складової у спектрі моменту опору на виконавчому органі (від 80 до 90% сумарної дисперсії) та незначною долею середньо-частотної складової (від 10% до 20% сумарної дисперсії). Спостерігається нестационарність статистичних характеристик моменту опору на середньо-частотній та високочастотній ділянках спектру;

– режим слабкої заштибовки виконавчого органу видобувного комбайна, коли в періоді обороту виконавчого органу з'являються інтервали зі змінною у часі тривалістю, на яких спостерігається навантаження зруйнованого вугілля та породи у силовому режимі. За умови силового навантаження за рахунок значного тиску маси вугілля на частини виконавчого органу з'являються значні дисипативні сили, які умовно є еквівалентними в'язкому супротиву обертанню виконавчого органу. При цьому на цих інтервалах суттєво збільшується момент опору на виконавчому органі, а також відбувається демпфування його високочастотних коливань. Період появи силового навантаження визначається конструкцією виконавчого органу, отже за рахунок суттєвого збільшення моменту опору на інтервалах силового навантаження у цьому режимі значно збільшується доля середньо-частотної складової моменту опору;

– режим значної заштибовки виконавчого органу видобувного комбайна, коли на усьому періоді обертання виконавчого органу спостерігаються силові навантаження та транспортування зруйнованого вугілля або породи. Цей режим визначається постійним демпфуванням високочастотних коливань моменту опору на виконавчому органі та присутністю перепадів моменту опору з періодом, кратним періоду обертання шнека, як і у режимі слабкої заштибовки, оскільки силові транспортування та навантаження зруйнованого матеріалу протікають з різним тиском накопиченої маси на поверхні виконавчого органу. Тобто, амплітуда коливань моменту опору на середньо-частотній ділянці спектру, як і у режимі слабкої заштибовки, є досить суттєвою та визначається не процесом руйнування масиву, як у нормальному режимі роботи, а процесом силових навантаження й транспортування зруйнованого вугілля.

Отже, підсумуюмо, які закономірності ми повинні виявляти у динаміці інформативного сигналу, яким є фазний струм статора двигуна приводу різання видобувного комбайна. Ми повинні фіксувати аномальні зміни енергії коливань на певних частотних ділянках спектру інформативного сигналу з фіксацією, на яких саме часових інтервалах відбувалися ці зміни. Тобто, для виявлення даних закономірностей аналіз інформативного сигналу потрібно проводити одночасно у двох площинах – частотній та часовій. Це твердження ми можемо виділити як першу вимогу до інструменту аналізу інформативного сигналу, що обирається. Також звернемо увагу на можливість застосовувати інструмент аналізу інформативного сигналу, що обирається, для аналізу сигналів зі нестаціонарними статистичними характеристиками. Крім того, не останню роль грає вимога щодо простоти алгоритму аналізу та можливості його програмної реалізації за допомогою простих операторів. Тобто, бажано, щоб алгоритм аналізу інформативного сигналу був заданий через рекурентні рівняння.

Усім пред'явленим вимогам щодо інструменту аналізу інформативного сигналу відповідає швидке дискретне вейвлет-перетворення сигналу, оскільки квадрат вейвлет-коефіцієнта характеризує скільки енергії припадає на ту чи іншу ділянку частотного спектру у різні моменти часу. Його можна застосувати як перший етап аналізу інформативного сигналу, метою якого є розкладення

сигналу на складові, в яких шукані закономірності у сигналі простежуються більш явно.

Для вейвлет-перетворення інформативного сигналу застосуємо швидко дискретне вейвлет-перетворення ковзної вибірки сигналу з періодичною згорткою та використанням фільтру Добеші з шістьма нульовими моментами [5].

В контексті нечіткої логіки для фазифікації інформативних критеріїв характеристик режимів роботи видобувного комбайна як входних чітких змінних системи нечіткого управління комбайном пропонується алгоритм у вигляді наступної послідовності дій:

- сформувати додаткові (допоміжні) вибірки значень масштабних або вейвлет-коефіцієнтів з метою локалізувати за вибірками різні закономірності зміни масштабних або вейвлет-коефіцієнтів;
- обґрунтувати та визначити статистичні характеристики за сформованими вибірками масштабних або вейвлет-коефіцієнтів, за допомогою яких явно простежується порушення закономірності зміни масштабних або вейвлет-коефіцієнтів;
- обґрунтувати та визначити статистичні оцінки, які є кількісними оцінками розходження та ідентичності статистичних характеристик за сформованими вибірками масштабних або вейвлет-коефіцієнтів. Прийняти дані статистичні оцінки за чіткі інформативні критерії зміни характеристик режиму роботи видобувного комбайна або її відсутності;
- на основі результатів статистичного аналізу зміни чітких інформативних критеріїв для відповідних нечітких множин (термів), що є нечіткими твердженнями зміни характеристик режиму роботи комбайна, запропонувати функції належності. При цьому врахувати загальні закономірності змін чітких інформативних критеріїв для різних гірничо-геологічних умов та конструктивних параметрів комбайна;
- для кожного терму визначити значення функцій належності за тими інформативними критеріями, з якими цей терм пов'язаний.

Використаємо цей алгоритм по відношенню до закономірності порушення характеру розподілу значень високочастотної складової фазного струму статору електродвигуна приводу різання видобувного комбайна на різних часових інтервалах періоду обертання виконавчого органу, що визначаються середньочастотною складовою струму статору за умови переходу до режиму незначної заштибовки від режимів значної заштибовки та нормального навантаження зруйнованого матеріалу.

Згідно з першим етапом алгоритму фазифікації інформативного критерію, допоміжні вибірки зі значень інформативного сигналу формуються на основі умови знаку відновленої за допомогою зворотного вейвлет-перетворення середньочастотної складової інформативного сигналу. Якщо знак позитивний, то значення потрапляють у першу допоміжну вибірку, а якщо від'ємний – у другу.

Відповідно до другого етапу алгоритму фазифікації інформативного критерію, обґрунтуємо статистичні характеристики за сформованими вибірками.

Було зазначено, що зміна характеристик режиму роботи комбайна позначається на характері розподілу значень високочастотної складової фазного струму статора електродвигуна приводу різання. Однією з базових статистичних характеристик, що відображує характер розподілу значень у деякій вибірці змінної величини, є гістограма. Отже, використаємо цю статистичну характеристику стосовно сформованих допоміжних вибірок для визначення порушення закономірності зміни високочастотної складової струму статора на різних часових інтервалах (рис. 1).

На рис.1 гістограма першої допоміжної вибірки позначена звичайними стовпчиками з чорною заливкою, а гістограма другої допоміжної вибірки – лініями з маркером на вершині у вигляді кола з чорною заливкою.

З рис.1,а ми бачимо, що обидві гістограми допоміжних вибірок відображують приблизно однаковий характер розподілу значень високочастотної складової фазного струму статора електродвигуна приводу різання, на відміну від рис.1,б, коли спостерігається суттєве звуження гістограми першої допоміжної вибірки, що пояснюється появою часових інтервалів із демпфуванням високочастотних коливань струму статора через тиск матеріалу на лопати виконавчого органу внаслідок заштибовки. Також, крім значного звуження гістограми першої допоміжної вибірки за умови настання незначної заштибовки, відзначимо суттєве скорочення діапазону зміни значень високочастотної складової струму статора стосовно цієї вибірки (рис.1,б).

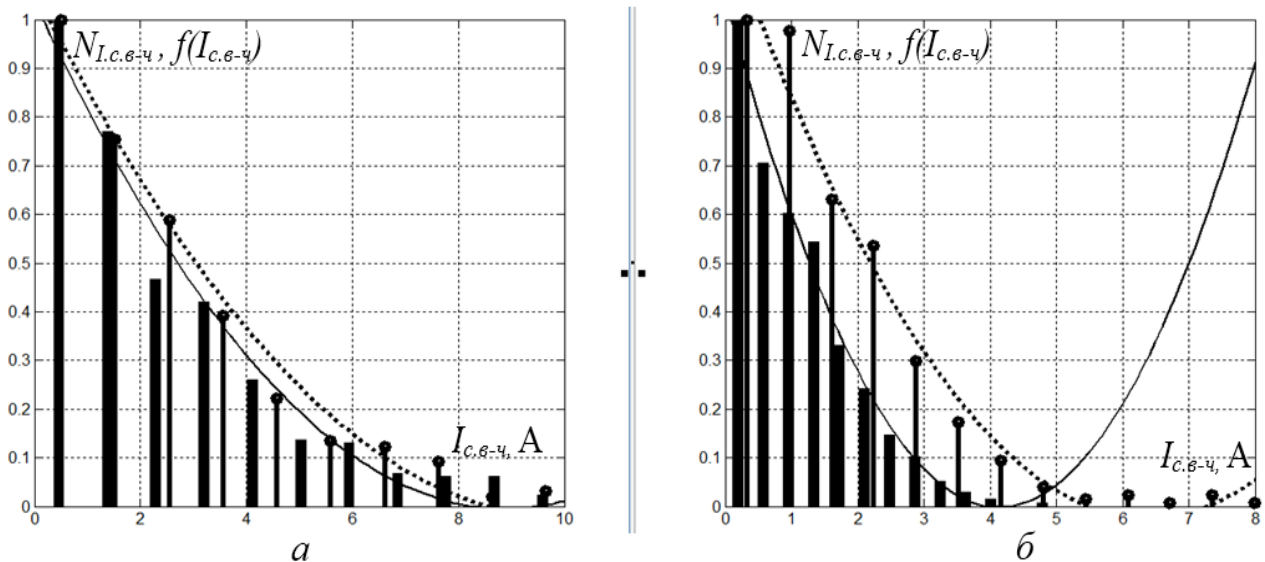


Рис. 1. Результати визначення гістограм допоміжних вибірок та їх апроксимації ступеневим поліномом другого порядку для випадків: а – відсутності зміни режимів роботи (відбувається нормальне навантаження матеріалу виконавчим органом); б – настання незначної заштибовки

Далі за алгоритмом фазифікації інформативного критерію необхідно обґрунтувати статистичну оцінку, яка є кількісною оцінкою розходження та ідентичності гістограм допоміжних вибірок значень високочастотної складової

струму статору на різних інтервалах періоду обертання виконавчого органу. Тому, щоб кількісно оцінити ступінь розходження та ідентичності гістограм допоміжних вибірок, проведемо їх апроксимацію неперервними функціями.

Результат апроксимації визначених гістограм допоміжних вибірок методом найменших квадратів для різних ситуацій наведений також на рис.1. Суцільною лінією показаний графік ступеневого поліному, що апроксимує гістограму першої допоміжної вибірки, пунктирною – графік поліному, що апроксимує гістограму другої допоміжної вибірки.

Аналізуючи рис.1,а та рис.1,б, ми бачимо, що за умови відсутності зміни режимів роботи комбайна апроксимуючі криві розташовані доволі близько одна до одної, але за умови настання незначної заштибовки виникає суттєва розбіжність між ними. Для оцінки розбіжності апроксимуючих кривих використаємо один з базових статистичних критеріїв, що характеризує розбіжність даних у двох вибірках (у нашому випадку вибірки формуються зі значень апроксимуючих функцій для однакових аргументів). Цим критерієм є нормалізована середня квадратична похибка, що обчислюється за формулою:

$$NRMSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N [f_1 - f_2]^2}{\sum_{i=1}^N [f_1 - \text{mean}(f_2)]^2},$$

де  $f_1$  та  $f_2$  – вибірки, що складаються зі значень функцій, які апроксимують гістограми, відповідно, першої та другої допоміжних вибірок;  $N$  – довжина вибірок  $f_1$  та  $f_2$  (кількість точок апроксимуючих кривих гістограм, за якими здійснюється аналіз ступеню їх розбіжності);  $\text{mean}(f_2)$  – середнє значення за вибіркою  $f_2$ .

Діапазон зміни нормалізованої середньої квадратичної похибки  $NRMSE$  складає від мінус нескінченності до одиниці, де одиниця – абсолютний збіг апроксимуючих кривих гістограм допоміжних вибірок. Але, з урахуванням того, що за умови рівності оцінки  $NRMSE$  нулю вже спостерігається суттєва розбіжність апроксимуючих кривих, ми обмежимо зміну статистичної оцінки  $NRMSE$  діапазоном від нуля до одиниці, замінюючи усі від'ємні значення оцінки  $NRMSE$  нулем.

Згідно з наступним етапом алгоритму фазифікації інформативного критерію, проведемо статистичну оцінку розподілу значень чіткого інформативного критерію  $NRMSE$  для різних гірничо-геологічних умов та конструктивних параметрів комбайна й забійного конвеєра, а також з урахуванням усіх зовнішніх впливів на видобувний комбайн як мехатронну систему. При цьому оцінку будемо проводити для двох випадків – за умови відсутності зміни режимів роботи видобувного комбайна та коли відбувається зміна режимів роботи «нормальне навантаження ↔ незначна заштибовка», або «значна заштибовка ↔ незначна заштибовка».

Нормовані за максимальною частотою гістограми вибірок значень чіткого інформативного критерію за умови відсутності зміни режимів роботи комбайна

для різних гірничо-геологічних умов та конструктивних параметрів комбайна й забійного конвеєра показані на рис.2.

На рис.2,а гістограма з заливкою відповідає гірничо-геологічним параметрам пласта  $C_5$  шахти «Павлоградська» Донецького басейну (в'язке вугілля ( $B = 1,6$ ) зі значною опірністю вугілля різанню ( $A = 407$  Н/мм)). Прозора гістограма на рис.2,а відповідає пласту з абсолютно протилежними гірничо-геологічними параметрами – крихке вугілля ( $B = 2,8$ ) з незначною опірністю вугілля різанню ( $A = 120$  Н/мм).

На рис.2,б гістограма з заливкою відповідає діаметру виконавчого органу 0,9 м та висоті борта конвеєра 0,228 м, а прозора гістограма – діаметру 0,8 м та висоті борта конвеєра 0,245 м. Аналізуючи рис.2,б можна зробити висновок про незначне розходження гістограм вибірок значень інформативного критерію (відносне відхилення між частотами нормованих гістограм не перевищує 9%) для різних конструктивних параметрів комбайна й забійного конвеєра, що суттєво впливають на навантажувальну продуктивність виконавчого органу. Тому нормована гістограма вибірки значень інформативного критерію, що отримана при роботі комбайна УКД300 в умовах пласта  $C_5$  шахти «Павлоградська» Донецького басейну, може бути застосована й для інших типів комбайна й забійного конвеєра за умови визначення функції належності для терму “Зміна режимів роботи видобувного комбайна відсутня”.

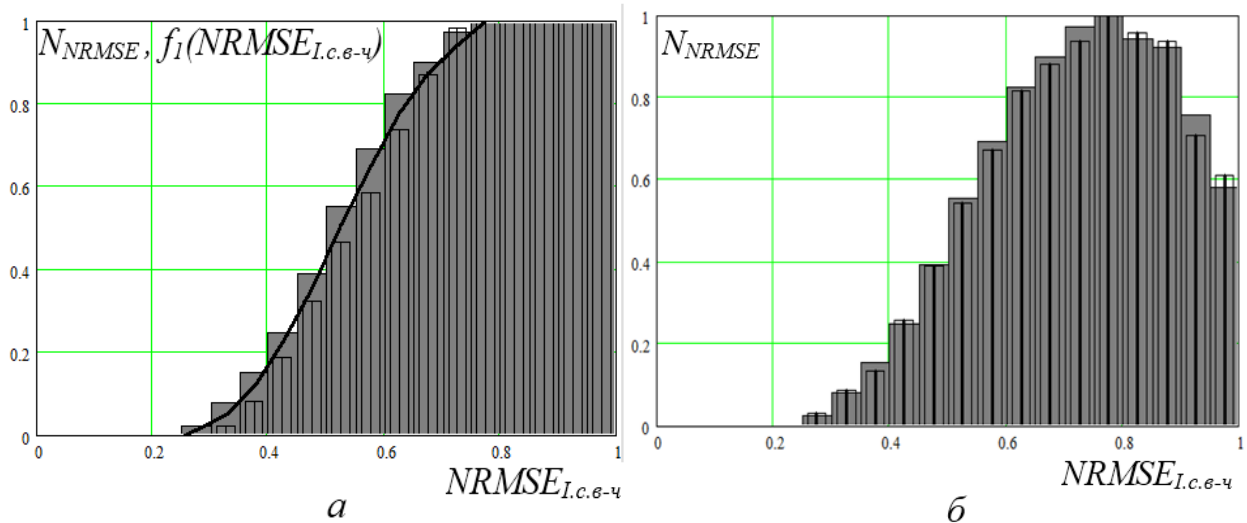


Рис. 2. Нормовані гістограми вибірок значень чіткого інформативного критерію за умови відсутності зміни режимів роботи комбайна для: а – різних гірничо-геологічних параметрів пласта; б – різних діаметрів виконавчого органу видобувного комбайна й висот бортів забійного конвеєра

На відміну від зміни конструктивних параметрів комбайна й забійного конвеєра, зміна гірничо-геологічних параметрів вугільного пласта призводить до досить суттєвого розходження гістограм вибірок значень інформативного критерію (рис.2, а).

Усі значення статистичної оцінки  $NRMSE$ , що близькі до одиниці, мають однаковий смисл та говорять про високий ступінь збігу апроксимуючих кривих гістограм вибірок високочастотної складової струму статора. З урахуванням цього, усі нормовані частоти гістограм, що знаходяться правіше максимального екстремуму, прирівнюємо до одиниці. Результат перетворення гістограм показаний на рис.2, а.

Далі за усередненими частотами обох перетворених гістограм вибірок значень інформативного критерію, що менше за одиницю та більше нуля, методом найменших квадратів проводимо апроксимацію ступеневим поліномом п'ятого порядку:

$$f_1(NRMSE) = 0,87 \cdot (150,77 \cdot NRMSE^5 - 384,18 \cdot NRMSE^4 + 362,68 \cdot NRMSE^3 - 154,77 \cdot NRMSE^2 + 31,174 \cdot NRMSE - 2,4362).$$

Оскільки апроксимація проводилася за обома гістограмами на рис.2,а, функція належності для терму «Зміна режимів роботи комбайна відсутня» за інформативним критерієм може бути застосована для вугільних пластів з різними гірничо-геологічними параметрами. При цьому на значимому інтервалі діапазону зміни функції належності (більше 0,15) відносна похибка апроксимації не перевищує 15%.

Аналогічним чином визначена функція належності для термів «Ідентифіковано перехід від режиму нормального навантаження (незначної заштибовки) до режиму незначної заштибовки (нормального навантаження)» та «Ідентифіковано перехід від режиму значної (незначної) заштибовки до режиму незначної (значної) заштибовки»:

$$f_2(NRMSE) = 0,875 \cdot (-224,62 \cdot NRMSE^5 + 329,1 \cdot NRMSE^4 - 158,84 \cdot NRMSE^3 + 27,11 \cdot NRMSE^2 - 3,29 \cdot NRMSE + 1,22).$$

**Висновки.** Перехід від режиму нормального навантаження вугілля й породи виконавчим органом комбайна до режиму незначної заштибовки, або перехід від режиму незначної заштибовки до режиму значної заштибовки призводить до суттєвої зміни характеру розподілу значень відновленої за допомогою зворотного вейвлет-перетворення високочастотної складової фазного струму статора, заміряних на різних часових інтервалах періоду обертання виконавчого органу, що визначаються відновленою через зворотне вейвлет-перетворення середньо-частотною складовою струму статора двигуна приводу різання.

Це дозволило у якості чіткого інформативного критерію використати ступінь розбіжності кривих, що апроксимують гістограми розподілу значень відновленої високочастотної складової фазного струму статора, заміряних на різних часових інтервалах періоду обертання виконавчого органу. Для оцінки розбіжності апроксимуючих гістограми кривих використаний один з базових статистичних критеріїв, що характеризує розбіжність даних у двох вибірках – нормалізована середня квадратична похибка.

Встановлено, що для різних гірничо-геологічних параметрів та конструктивних параметрів комбайна й конвеєра за умови фазифікації чіткого інформа-



тивного критерію на основі апроксимації гістограм розподілу їх значень найбільш прийнятними апроксимуючими функціями, що забезпечують відносне відхилення значень функцій від частот гістограм не більше 10%, є ступеневі поліноми високого порядку. При цьому апроксимація проводилася методом найменших квадратів.

#### Перелік посилань

1. Стадник, Н. И. (2013). Мехатронный подход при анализе движущихся горных комплексов. *Энергетика, контроль та діагностика об'єктів нафтогазового комплексу*, 91–98.
2. Бубліков, А. В., & Куваєв, В. М. (2017). Обґрунтування інформативних критеріїв для експертної системи нечіткого автоматичного управління електромеханічними технологічними комплексами. *Теорія і практика металургії*, 147-153.
3. Стариков, Б. Я., Азарх, В. Л., & Рабинович, З. М. (1981). *Асинхронный электропривод очистных комбайнов*. Москва: Недра.
4. Позин, Е. З., Меламед, В. З., & Тон, В. В. (1984). *Разрушение углей выемочными машинами*. Москва: Недра.
5. Бурнаев, Е. В. (2007). *Применение вейвлет преобразования для анализа сигналов*. Москва: МФТИ.

#### АННОТАЦИЯ

**Цель.** Цель заключается в создании информативного критерия, который выявляет нарушения закономерности изменения высокочастотной составляющей тока статора двигателя привода резания очистного комбайна на отдельных интервалах оборота исполнительного органа. А также, целью в статье является создание алгоритма фаззификации этого информативного критерия на основе анализа совпадения кривых, аппроксимирующих гистограммы распределения значений выборок тока статора, которые сформированы на различных интервалах оборота исполнительного органа очистного комбайна.

**Методика исследования** заключается в установлении статистических характеристик тока статора двигателя привода резания очистного комбайна, которые чувствительны к нарушению закономерности изменения высокочастотной составляющей тока статора двигателя привода резания, а также в адаптации этих характеристик для использования в качестве функций принадлежности термов.

**Результаты исследования.** Переход от режима нормальной погрузки угля и породы исполнительным органом комбайна к режиму незначительной заштыбовки, или переход от режима незначительной заштыбовки к режиму значительной заштыбовки приводит к существенному изменению характера распределения значений восстановленной с помощью обратного вейвлет-преобразования высокочастотной составляющей фазного тока статора, замеренных на различных временных интервалах периода вращения исполнительного органа, которые определяются восстановленной через обратное вейвлет-преобразования средне-частотной составляющей тока статора двигателя привода резания. Это позволило в качестве четкого информативного критерия использовать степень расхождения кривых, аппроксимирующих гистограммы распределения значений восстановленной высокочастотной составляющей фазного тока статора, замеренных на разных временных интервалах периода вращения исполнительного органа. Для оценки расхождения аппроксимирующих гистограммы кривых использован один из базовых статистических критериев, характеризующий расхождение данных в двух выборках – нормализованная средняя квадратическая ошибка.

**Научная новизна** заключается в использовании для идентификации режимов транспортировки и погрузки угля исполнительным органом очистного комбайна результата анализа степени нарушения закономерности изменения высокочастотной составляющей тока статора двигателя привода резания на отдельных интервалах вращения исполнительного органа. При этом предложен алгоритм фаззификации четкого информативного критерия, который является мерой нарушения закономерности.

**Практическое значение.** Результаты исследований будут использованы для создания системы нечеткого автоматического управления очистным комбайном.

**Ключевые слова:** *система нечеткого автоматического управления, очистной комбайн, идентификация режимов работы.*

### **ABSTRACT**

**Purpose.** The purpose is to create an informative criterion that reveals violations of the regularity of changes in the high-frequency component of the stator current of the drive motor of a shearer at a separate turnover interval of the actuator. Also, the purpose of the paper is to create a fuzzification algorithm for this informative criterion based on the analysis of the coincidence of curves that approximate histograms of the distribution of stator current sample values, which are formed at different turnover intervals of the executive body of the shearer.

**The methodology** of research consists is to establish the statistical characteristics of the stator current of the drive motor of a shearer, which are sensitive to the violation of the regularity of the high-frequency component of the current of the drive motor of a cutting drive, and also adapt these characteristics for use as term membership functions.

**Findings.** The transition from the normal loading of coal and rock by the executive body of the shearer to a mode of minor stubbing, or a transition from a mode of minor stubbing to a mode of significant stubbing leads to a significant change in the nature of the distribution of values of the high-frequency component of the stator current, measured at various intervals of the period of rotation of the executive body, which are determined by the reconstructed through the reverse wavelet-transformation of the mid-frequency component of the stator cutting drive motor current. This made it possible to use as a clear informative criterion the degree of divergence of the curves, that approximate histograms of the distribution of values of the restored high-frequency component of the stator phase current, measured at different time intervals of the period of rotation of the actuator. To estimate the discrepancy of the curves, that approximate histograms, one of the basic statistical criteria was used, which characterizes the discrepancy between the data in the two samples, – the normalized mean square error.

**The originality** consists in using to identify the modes of transportation and loading of coal by the executive body of a shearer the result of analyzing the degree of violation of the regularity of changes in the high-frequency component of the stator current of the cutting drive motor at separate intervals of rotation of the executive body. At the same time, the algorithm of fuzzification of a clear informative criterion, which is a measure of violation of the regularity, is proposed.

**Practical implications.** The research results will be used to create a system of fuzzy automatic control of the shearer.

**Keywords:** *system of fuzzy automatic control, shearer, the identification of working modes.*